

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-15407

(P2001-15407A)

(43) 公開日 平成13年1月19日 (2001.1.19)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード\* (参考)

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/30

5 2 0 Z 5 F 0 4 6

G 0 3 F 7/20

G 0 3 F 7/20

5 2 1

9/00

9/00

H

H 0 1 L 21/30

5 7 4

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平11-183220

(22) 出願日

平成11年6月29日 (1999.6.29)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 池上 浩

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 松尾 美恵

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

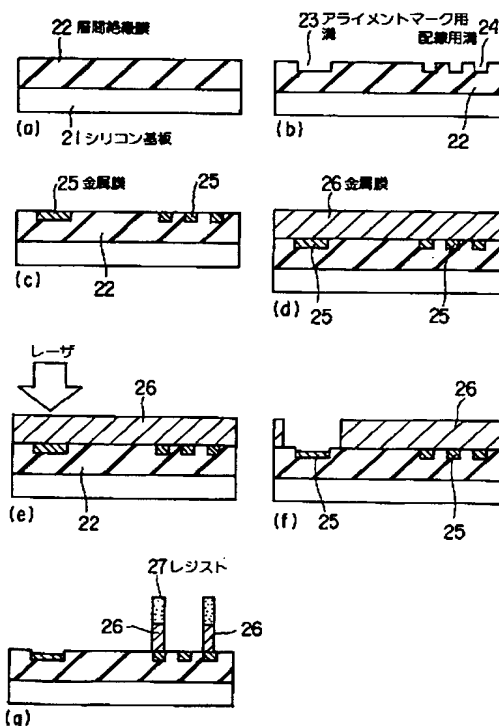
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 アライメントマークの上方に形成された不透明膜をレーザ照射によって除去する際に生じる問題を解決する。

【解決手段】 半導体基板21の主面側にアライメントマーク23を形成する工程と、アライメントマークが形成された半導体基板の主面側にアライメントマーク観察用の光に対して不透明な不透明膜26を形成する工程と、アライメントマークの上方に形成された不透明膜をレーザ照射によって除去する工程とを有し、不透明膜に照射するレーザのパルス幅が1ピコ秒以下である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】半導体基板の主面側にアライメントマークを形成する工程と、前記アライメントマークが形成された半導体基板の主面側にアライメントマーク観察用の光に対して不透明な不透明膜を形成する工程と、前記アライメントマークの上方に形成された前記不透明膜をレーザ照射によって除去する工程とを有し、前記不透明膜に照射するレーザのパルス幅が 1 ピコ秒以下であることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 2】前記不透明膜は、反射防止膜であることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 3】前記不透明膜は、金属膜であることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 4】半導体基板の主面側にアライメントマークを形成する工程と、前記アライメントマークが形成された半導体基板の主面側にアライメントマーク観察用の光に対して不透明な不透明膜を形成する工程と、前記アライメントマークの上方に形成された前記不透明膜をレーザ照射によって除去する工程とを有し、前記不透明膜は金属膜であり、該金属膜を真空中でのレーザ照射によって除去することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 5】半導体基板の主面側にアライメントマークを形成する工程と、前記アライメントマークが形成された半導体基板の主面側にアライメントマーク観察用の光に対して不透明な不透明膜を形成する工程と、前記アライメントマークの上方に形成された前記不透明膜をレーザ照射によって除去する工程とを有し、前記不透明膜は金属膜であり、該金属膜を塩素ガス雰囲気中でのレーザ照射によって除去することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 6】前記金属膜を塩素ガス雰囲気中でのレーザ照射によって除去する際に、前記金属膜が形成された基板の温度を 150℃以上にすることを特徴とする請求項 5 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 7】半導体基板の主面側にアライメントマーク用溝及び配線用溝が形成された第 1 の絶縁膜を形成する工程と、前記アライメントマーク用溝及び配線用溝の内部に金属膜を埋め込む工程と、前記第 1 の絶縁膜上及び前記金属膜上に第 2 の絶縁膜を形成する工程と、前記第 2 の絶縁膜上にアライメントマーク観察用の光に対して不透明な反射防止膜を形成する工程と、前記アライメントマーク用溝の上方に形成された前記反射防止膜をレーザ照射によって除去する工程と、レジストを塗布した後、前記アライメントマーク用溝に対応して得られるアライメントマークを用いてアライメントを行う工程とを有し、前記反射防止膜に照射するレーザのパルス幅が 1 ピコ秒以下であることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 8】半導体基板の主面側にアライメントマーク

用溝及び配線用溝が形成された絶縁膜を形成する工程と、前記アライメントマーク用溝及び配線用溝の内部に第 1 の金属膜を埋め込む工程と、前記絶縁膜上及び前記第 1 の金属膜上にアライメントマーク観察用の光に対して不透明な第 2 の金属膜を形成する工程と、前記アライメントマーク用溝の上方に形成された前記第 2 の金属膜をレーザ照射によって除去する工程と、レジストを塗布した後、前記アライメントマーク用溝に対応して得られるアライメントマークを用いてアライメントを行う工程とを有し、

前記第 2 の金属膜に照射するレーザのパルス幅が 1 ピコ秒以下であることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 9】半導体基板の主面側にアライメントマーク用溝及び配線用溝が形成された絶縁膜を形成する工程と、前記アライメントマーク用溝及び配線用溝の内部に第 1 の金属膜を埋め込む工程と、前記絶縁膜上及び前記第 1 の金属膜上にアライメントマーク観察用の光に対して不透明な第 2 の金属膜を形成する工程と、前記アライメントマーク用溝の上方に形成された前記第 2 の金属膜をレーザ照射によって除去する工程と、レジストを塗布した後、前記アライメントマーク用溝に対応して得られるアライメントマークを用いてアライメントを行う工程とを有し、

前記第 2 の金属膜を真空中でのレーザ照射によって除去することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 10】半導体基板の主面側にアライメントマーク用溝及び配線用溝が形成された絶縁膜を形成する工程と、前記アライメントマーク用溝及び配線用溝の内部に第 1 の金属膜を埋め込む工程と、前記絶縁膜上及び前記第 1 の金属膜上にアライメントマーク観察用の光に対して不透明な第 2 の金属膜を形成する工程と、前記アライメントマーク用溝の上方に形成された前記第 2 の金属膜をレーザ照射によって除去する工程と、レジストを塗布した後、前記アライメントマーク用溝に対応して得られるアライメントマークを用いてアライメントを行う工程とを有し、

前記第 2 の金属膜を塩素ガス雰囲気中でのレーザ照射によって除去することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 11】前記第 2 の金属膜を塩素ガス雰囲気中でのレーザ照射によって除去する際に、第 2 の金属膜が形成された基板の温度を 150℃以上にすることを特徴とする請求項 10 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 12】半導体基板の主面側にアライメントマーク用溝及び配線用溝が形成された絶縁膜を形成する工程と、前記アライメントマーク用溝及び配線用溝が形成された絶縁膜上に第 1 の金属膜を形成する工程と、前記アライメントマーク用溝の上方に形成された前記第 1 の金属膜をレーザ照射によって除去し、その際に前記アライメントマーク用溝の内部の第 1 の金属膜の少なくとも一

部も除去する工程と、前記アライメントマーク用溝及び配線用溝の外部に形成された第1の金属膜を除去する工程と、前記絶縁膜上及び前記第1の金属膜上にアライメントマーク観察用の光に対して不透明な第2の金属膜を形成する工程と、レジストを塗布した後、前記アライメントマーク用溝に対応して前記第2の金属膜の上面に形成された凹部をアライメントマークとしてアライメントを行う工程とを有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体装置の製造方法、特にアライメントマーク上に形成された膜の除去技術に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体集積回路の製造工程において、上層側のパターンと下層側のパターンとの位置合わせは、通常アライメントマークによって行われる。ところが、上層側に透明度の低い膜を形成すると、アライメントマークの認識が困難になる。そこで、アライメントマークを認識できるようにするため、アライメントマークの上方に形成された透明度の低い膜を除去する必要がある。

【0003】その方法の一つとして、アライメントマークの上方に形成された膜をレーザー照射によって除去する方法がある。例えば、特開平10-113779号公報には、アライメントマークの上方に形成されたポリイミド膜をレーザー照射によって除去する技術が開示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、レーザー照射を行う際の条件やレーザー照射によって生じる不具合等については、未だ十分に把握されているとはいえない。また、レーザー照射によって不具合が生じた場合の対策についても不十分である。

【0005】本発明は上記従来の課題に対してなされたもので、アライメントマークの上方に形成された不透明膜をレーザー照射によって除去する際に生じる問題を、効果的に解決することが可能な半導体装置の製造方法を提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明に係る半導体装置の製造方法は、半導体基板の主面側にアライメントマークを形成する工程と、前記アライメントマークが形成された半導体基板の主面側にアライメントマーク観察用の光に対して不透明な不透明膜を形成する工程と、前記アライメントマークの上方に形成された前記不透明膜をレーザー照射によって除去する工程とを有し、前記不透明膜に照射するレーザーのパルス幅が1ピコ秒以下であることを特徴とする。

【0007】アライメントマークの上方に形成された不

透明膜（代表的には、反射防止膜及び金属膜）をレーザー照射によって除去することによりアライメントマークを認識できるようになるが、レーザーのパルス幅が広い場合には、不透明膜を除去した領域の周辺に飛散物が付着する（特に不透明膜が反射防止膜の場合）、不透明膜を除去した領域の周辺に盛り上がり部が生じる（特に不透明膜が金属膜の場合）、といった問題がある。レーザーのパルス幅を1ピコ秒以下にすることにより、飛散物の付着や盛り上がり部の生成を抑制することができる。

10 【0008】なお、アライメントマーク観察用の光に対して不透明な不透明膜とは、アライメントマーク観察用の光の透過率が10%以下の膜を指すものとする。

【0009】本発明に係る半導体装置の製造方法は、半導体基板の主面側にアライメントマークを形成する工程と、前記アライメントマークが形成された半導体基板の主面側にアライメントマーク観察用の光に対して不透明な不透明膜を形成する工程と、前記アライメントマークの上方に形成された前記不透明膜をレーザー照射によって除去する工程とを有し、前記不透明膜は金属膜であり、  
20 該金属膜を真空中でのレーザー照射によって除去することを特徴とする。

【0010】大気中でレーザー照射をした場合には、金属膜を除去した領域の周辺で金属膜が著しく酸化され、酸化された金属膜の除去が困難になるという問題がある。金属膜を真空中でのレーザー照射によって除去することにより、金属膜の酸化を抑制することができる。

【0011】本発明に係る半導体装置の製造方法は、半導体基板の主面側にアライメントマークを形成する工程と、前記アライメントマークが形成された半導体基板の主面側にアライメントマーク観察用の光に対して不透明な不透明膜を形成する工程と、前記アライメントマークの上方に形成された前記不透明膜をレーザー照射によって除去する工程とを有し、前記不透明膜は金属膜であり、  
30 該金属膜を塩素ガス雰囲気中でのレーザー照射によって除去することを特徴とする。

【0012】金属膜を塩素ガス雰囲気中でのレーザー照射によって除去することにより、レーザー照射のエネルギーが低くても、深い領域まで金属膜を除去することができる。したがって、レーザー照射のショット数を低減することができ、スループットを向上させることができる。特に、基板の温度を150℃以上にするにより、レーザー照射のエネルギーをより低くすることができる。

【0013】本発明に係る半導体装置の製造方法は、半導体基板の主面側にアライメントマーク用溝及び配線用溝が形成された第1の絶縁膜を形成する工程と、前記アライメントマーク用溝及び配線用溝の内部に金属膜を埋め込む工程と、前記第1の絶縁膜上及び前記金属膜上に第2の絶縁膜を形成する工程と、前記第2の絶縁膜上にアライメントマーク観察用の光に対して不透明な反射防止膜を形成する工程と、前記アライメントマーク用溝の

上方に形成された前記反射防止膜をレーザ照射によって除去する工程と、レジストを塗布した後、前記アライメントマーク用溝に対応して得られるアライメントマークを用いてアライメントを行う工程とを有し、前記反射防止膜に照射するレーザのパルス幅が1ピコ秒以下であることを特徴とする。

【0014】本発明に係る半導体装置の製造方法は、半導体基板の主面側にアライメントマーク用溝及び配線用溝が形成された絶縁膜を形成する工程と、前記アライメントマーク用溝及び配線用溝の内部に第1の金属膜を埋め込む工程と、前記絶縁膜上及び前記第1の金属膜上にアライメントマーク観察用の光に対して不透明な第2の金属膜を形成する工程と、前記アライメントマーク用溝の上方に形成された前記第2の金属膜をレーザ照射によって除去する工程と、レジストを塗布した後、前記アライメントマーク用溝に対応して得られるアライメントマークを用いてアライメントを行う工程とを有し、

(a) 前記第2の金属膜に照射するレーザのパルス幅が1ピコ秒以下であることを特徴とする。

【0015】(b) 前記第2の金属膜を真空中でのレーザ照射によって除去することを特徴とする

(c) 前記第2の金属膜を塩素ガス雰囲気中でのレーザ照射によって除去することを特徴とする(好ましくは、基板の温度を150℃以上にする)。

【0016】本発明に係る半導体装置の製造方法は、半導体基板の主面側にアライメントマーク用溝及び配線用溝が形成された絶縁膜を形成する工程と、前記アライメントマーク用溝及び配線用溝が形成された絶縁膜上に第1の金属膜を形成する工程と、前記アライメントマーク用溝の上方に形成された前記第1の金属膜をレーザ照射によって除去し、その際に前記アライメントマーク用溝の内部の第1の金属膜の少なくとも一部も除去する工程と、前記アライメントマーク用溝及び配線用溝の外部に形成された第1の金属膜を除去する工程と、前記絶縁膜上及び前記第1の金属膜上にアライメントマーク観察用の光に対して不透明な第2の金属膜を形成する工程と、レジストを塗布した後、前記アライメントマーク用溝に対応して前記第2の金属膜の上面に形成された凹部をアライメントマークとしてアライメントを行う工程とを有することを特徴とする。

【0017】本発明によれば、レーザ照射によって第1の金属膜を除去した領域の周辺に盛り上がり部が生じたとしても、アライメントマーク用溝及び配線用溝の外部に形成された第1の金属膜を除去する工程で盛り上がり部を除去することができる。また、レーザ照射によって第1の金属膜を除去する際にアライメントマーク用溝の内部の第1の金属膜の少なくとも一部も除去するので、アライメントマーク用溝の上方を第2の金属膜で覆っても、第2の金属膜の上面にアライメントマーク用溝に対応した凹部が形成されており、この凹部をアライメント

マークとして用いることができる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。

【0019】まず、本発明の実施形態で用いるレーザ照射装置の概略構成について、図1を参照して説明する。

【0020】図1に示したレーザ照射装置は、半導体基板51を載置するステージ52、レーザー光源53、ビーム形状変換装置54、照射レンズ55、観察用光源56、CCDカメラ57及びモニタ58によって構成されている。

【0021】このレーザ照射装置は、レーザー光源53から半導体基板51に照射されるレーザの照射軸と同軸で、観察用光源56からの観察光を半導体基板51の表面に入射させることが可能であり、この観察光を用いて半導体基板51とレーザ照射軸とのアライメントを行うようになっている。

【0022】実施形態では、レーザー光源53として、KrFエキシマレーザ、NdYAGレーザ、チタンサファイアレーザを用いた。

【0023】ビーム形状変換装置54には、ビーム径可変スリット或いはフォトマスクを用いた。これらのスリットやフォトマスクに対するレーザ照射損傷を抑制するためには、KrFエキシマレーザを用いた場合、照射されるレーザエネルギー密度を約0.2 J/cm<sup>2</sup>以下にする必要がある。一方、半導体基板51上の薄膜を除去するために必要な最大のレーザエネルギーは、約20 J/cm<sup>2</sup>であった。したがって、ビーム形状変換装置54に損傷を与えることなく半導体基板51上の薄膜を除去するためには、照射レンズ55を用いて、100倍以上のエネルギー密度差を生じさせる必要がある。NdYAGレーザやチタンサファイアレーザを用いた場合も、同様に100倍以上のエネルギー密度差が必要であった。100倍のエネルギー密度差を生じさせるレンズの倍率は10倍であるので、実施形態においては、照射レンズ55として倍率が10倍の対物レンズを用いた。

【0024】(実施形態1) 図2は、第1の実施形態を示した製造工程断面図である。本実施形態は、アライメントマークの上方の反射防止膜をレーザによって除去するものである。反射防止膜は、層間絶縁膜内での露光用レーザの多重散乱効果を抑制するため、レジスト下に形成するものである。

【0025】まず、図2(a)に示すように、シリコン基板11上に層間絶縁膜12を形成する。なお、図示していないが、シリコン基板11上には下層側の金属配線がすでに形成されているものとする。

【0026】次に、図2(b)に示すように、層間絶縁膜12をパターニングして、アライメントマーク用溝13及び配線用溝14を形成する。

【0027】次に、図2(c)に示すように、配線用の

金属膜15を全面に堆積する。さらに、アライメントマーク用溝13及び配線用溝14の外部に堆積された金属膜15をCMP法によって除去し、アライメントマーク用溝13及び配線用溝14の内部に金属膜15を残置させる。これにより、配線用溝14内に埋め込み型の金属配線が形成される。

【0028】次に、図2(d)に示すように、全面に層間絶縁膜16を形成し、さらに層間絶縁膜16上に反射防止膜17を形成する。反射防止膜17としては、炭素微粒子が混入された塗布膜、或いは炭素スパッタ膜を用いることができる。反射防止膜17は不透明であるため、反射防止膜17を形成することによって、アライメントマーク（本例では、アライメントマーク用溝13に埋め込まれた金属膜15のパターン）の観測が不可能となる。

【0029】そこで、図2(e)及び(f)に示すように、図1に示したレーザ照射装置を用いてレーザを照射し、アライメントマークの上方（アライメントマークに対応する領域の上部）に形成されている反射防止膜17を除去する。これにより、アライメントマークの観測が可能となる。

【0030】次に、図2(g)に示すように、全面にレジスト18を塗布した後、観測可能となったアライメントマークを用いてアライメントを行い、さらにレジスト18の露光及び現像を行ってレジストパターンを形成する。パターニングされたレジスト18をマスクとして反射防止膜17及び層間絶縁膜16をエッチングすることにより、コンタクトホールが形成される。

【0031】本実施形態では、KrFエキシマレーザ、NdYAGレーザ、チタンサファイアレーザを用い、図3に示す条件で各レーザ照射を行った。

【0032】図4は、レーザ照射によって反射防止膜17の一部を除去した後の断面形状を示したものである。KrFエキシマレーザ及びNdYAGレーザを照射した場合には、図4(a)に示すように、反射防止膜17を除去した領域の周辺に微細な飛散物19が形成される。一方、チタンサファイアレーザを用いた場合には、図4(b)に示すように、飛散物は形成されていない。

【0033】飛散物19が形成された場合のレーザ波長は、248nm(KrFエキシマレーザ)、266nm、532nm、1064nm(NdYAGレーザ)であることから、レーザ波長を変化させても飛散物19の生成は抑制されることがわかる。チタンサファイアレーザを用いた場合には、波長が780nm及び1560nmのいずれの場合にも、飛散物は形成されていない。したがって、飛散物の形成は、レーザ波長には殆ど影響されないと結論することができる。

【0034】一方、KrFエキシマレーザ及びNdYAGレーザのパルス幅は5~20nsであり、チタンサファイアレーザのパルス幅は0.1~1psであ

る。したがって、反射防止膜17を除去した領域の周辺に飛散物を生成しないためには、レーザのパルス幅を1ps以下にする必要がある。

【0035】図4(a)で観測された飛散物19の粒径は約0.1~1μmであり、除去領域周辺にパターンを形成する際には、大きな問題となる。したがって、反射防止膜除去用のレーザとしては、パルス幅が1ps以下となるレーザを用いることが望ましい。

【0036】（実施形態2）図5は、第2の実施形態を示した製造工程断面図である。本実施形態は、アライメントマークの上方の金属膜をレーザによって除去するものである。

【0037】まず、図5(a)に示すように、シリコン基板21上に層間絶縁膜22を形成する。

【0038】次に、図5(b)に示すように、層間絶縁膜22をパターニングして、アライメントマーク用溝23及び配線用溝24を形成する。

【0039】次に、図5(c)に示すように、配線用の金属膜25を全面に堆積する。さらに、アライメントマーク用溝23及び配線用溝24の外部に堆積された金属膜25をCMP法によって除去し、アライメントマーク用溝23及び配線用溝24の内部に金属膜25を残置させる。これにより、配線用溝24内に埋め込み型の金属配線が形成される。

【0040】次に、図5(d)に示すように、全面に配線用の金属膜26を形成する。金属膜26は不透明であるため、アライメントマーク（本例では、アライメントマーク用溝23に埋め込まれた金属膜25のパターン）の観測が不可能となる。

【0041】そこで、図5(e)及び(f)に示すように、図1に示したレーザ照射装置を用いてレーザを照射し、アライメントマークの上方（アライメントマークに対応する領域の上部）に形成されている金属膜26を除去する。これにより、アライメントマークの観測が可能となる。

【0042】次に、図5(g)に示すように、全面にレジスト27を塗布した後、観測可能となったアライメントマークを用いてアライメントを行い、さらにレジスト27の露光及び現像を行ってレジストパターンを形成する。パターニングされたレジスト27をマスクとして金属膜26をエッチングすることにより、金属膜26のパターンが形成される。

【0043】図6は、レーザ照射によって金属膜26の一部を除去した後の断面形状を示したものである。KrFエキシマレーザ及びNdYAGレーザを照射した場合には、図6(a)に示すように、金属膜26を除去した領域の周辺に盛り上がり部26aが形成される。このような盛り上がりが生じると、金属膜26をエッチングする際にオーバーエッチングを行うことが必要となり、大きな問題となる。

【0044】一方、パルス幅が1 p s e c以下のチタンサファイアレーザを用いた場合には、図6 (b)に示すように、盛り上がり部はほとんど形成されない。したがって、金属膜除去用のレーザとしては、パルス幅が1 p s e c以下となるレーザを用いることが望ましい。

【0045】(実施形態3) 図7は、第3の実施形態を示した製造工程断面図である。本実施形態では、第2の実施形態で述べた盛り上がり部の問題を第2の実施形態で述べた方法とは異なる方法で解決するものである。

【0046】まず、図7 (a)に示すように、シリコン基板31上に層間絶縁膜32を形成する。

【0047】次に、図7 (b)に示すように、層間絶縁膜32をパターニングして、アライメントマーク用溝33及び配線用溝34を形成する。

【0048】次に、図7 (c)に示すように、配線用の不透明な金属膜35を全面に堆積する。

【0049】次に、図7 (d)及び(e)に示すように、図1に示したレーザ照射装置を用いてレーザを照射し、アライメントマークの上方(アライメントマークに対応する領域の上部)に形成されている金属膜35を除去する。このレーザ照射工程において、アライメントマーク用溝33内に形成されている金属膜35の一部も同時に除去する。これにより、アライメントマーク用溝33内に形成されている金属膜35の上面の高さは、アライメントマーク用溝の周囲に形成された層間絶縁膜32の高さよりも低くなる。なお、図ではアライメントマーク用溝33内に形成されている金属膜35の一部を除去するようにしているが、アライメントマーク用溝33内に形成されている金属膜35を全部除去するようにしてもよい。このレーザ照射工程において、レーザとしてK r FエキシマレーザやN d Y A Gレーザを用いた場合には、第2の実施形態で説明したように、金属膜35を除去した領域の周辺に盛り上がり部35aが形成される。

【0050】次に、図7 (f)に示すように、CMP法を用いて、アライメントマーク用溝33及び配線用溝34の外部に形成されている金属膜35を除去する。これにより、配線用溝34内に埋め込み型の金属配線が形成される。また、このCMP工程により、盛り上がり部35aも同時に除去される。

【0051】次に、図7 (g)に示すように、不透明な金属膜36を全面に形成する。レーザ照射によって金属膜35を除去する際に、アライメントマーク用溝33内に形成されている金属膜35の少なくとも一部も除去しているので、金属膜36の上面にはアライメントマーク用溝33の形状に対応した凹部36aが形成され、これをアライメントマークとして用いることが可能となる。

【0052】次に、図7 (h)に示すように、全面にレジスト37を塗布した後、金属膜36の上面に形成された凹部36aをアライメントマークとしてアライメント

を行い、さらにレジスト37の露光及び現像を行ってレジストパターンを形成する。パターニングされたレジスト37をマスクとして金属膜36をエッチングすることにより、金属膜36のパターンが形成される。

【0053】(実施形態4) 図8は、レーザ照射によって金属膜を除去した領域の周辺に形成される盛り上がり部を、E P M A (Electron Probe x-ray Micro Analyzer) によって組成分析した結果を示したものである。組成分析に用いた試料の金属膜にはアルミニウム膜を用い、レーザ照射は大気中及び真空中(真空状態にした真空槽内)で行った。また、E P M Aにおける入射電子エネルギーは4 k e Vとした。

【0054】図8に示すように、大気中でのレーザ照射によってアルミニウム膜を除去した場合には、盛り上がり部は酸素とアルミニウムで形成されていることがわかる。これに対して、真空中でのレーザ照射によってアルミニウム膜を除去した場合には、酸素はほとんど観測されず、盛り上がり部は殆どアルミニウム単体で形成されていることがわかる。

【0055】すなわち、大気中でのレーザ照射では金属膜の除去領域周辺で金属膜が著しく酸化しているのに対し、真空中でのレーザ照射では金属膜は殆ど酸化しないことになる。酸化した金属を除去することは一般的に容易ではないため、第2及び第3の実施形態において、レーザ照射は真空中で行うことが望ましい。

【0056】(実施形態5) 図9は、真空槽内に塩素ガスを導入してレーザ照射を行った場合と、真空中及び大気中でレーザ照射を行った場合について、レーザエネルギー密度とアルミニウム膜が除去された領域の深さとの関係を示したものである。測定に用いた金属膜にはアルミニウム膜を用い、アルミニウム膜の膜厚は1  $\mu$  mとした。

【0057】図9に示すように、塩素ガスを導入した場合には、真空中や大気中の場合と比較して、レーザエネルギー密度が低くても、アルミニウム膜をより深く除去できることがわかる。また、塩素ガスを導入した場合には、試料温度を150℃以上にすると、厚さ1  $\mu$  mのアルミニウム膜を完全に除去できることがわかる。

【0058】このように、塩素ガス雰囲気中では低レーザエネルギーで膜厚の厚い金属膜を除去できることから、レーザ照射のショット数を低減することができ、スループットを向上させることができる。したがって、第2及び第3の実施形態において、金属膜の除去は塩素雰囲気中で行うことが望ましく、さらに基板温度を150℃以上にするのが望ましい。

【0059】以上、本発明の実施形態を説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲内において種々変形して実施することが可能である。

【0060】

【発明の効果】本発明によれば、レーザ照射を行う際の条件等を適当に選定することにより、アライメントマークの上方に形成された不透明膜を効果的に除去することが可能となる。また、本発明によれば、レーザ照射によって生じる不具合（金属膜の除去領域周辺での盛り上がり部の生成）を効果的に解消することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態において用いるレーザ照射装置の概略構成を示した図。

【図2】本発明の第1の実施形態に係る製造工程を示した工程断面図。

【図3】本発明の実施形態におけるレーザ照射の条件を示した図。

【図4】レーザ照射によって反射防止膜の一部を除去した後の断面形状を示した図。

【図5】本発明の第2の実施形態に係る製造工程を示した工程断面図。

【図6】レーザ照射によって金属膜の一部を除去した後の断面形状を示した図。

【図7】本発明の第3の実施形態に係る製造工程を示した工程断面図。

【図8】レーザ照射によって金属膜を除去した領域の周

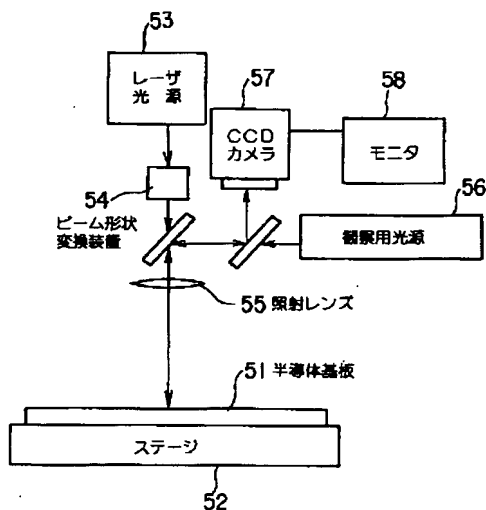
辺をEPMAによって組成分析した結果を示した図。

【図9】レーザ照射時の雰囲気を変えた場合のレーザエネルギー密度とアルミニウム膜が除去された領域の深さとの関係を示した図。

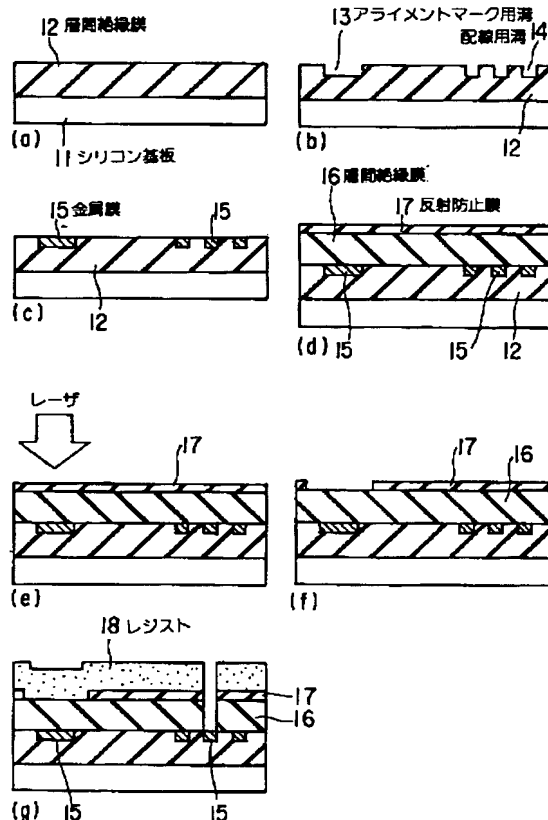
【符号の説明】

- 11、21、31…シリコン基板
- 12、16、22、32…層間絶縁膜
- 13、23、33…アライメントマーク用溝
- 14、24、34…配線用溝
- 15、25、26、35、36…金属膜
- 17…反射防止膜
- 18、27、37…レジスト
- 19…飛散物
- 51…半導体基板
- 52…ステージ
- 53…レーザ光源
- 54…ビーム形状変換装置
- 55…照射レンズ
- 56…観察用光源
- 57…CCDカメラ
- 58…モニタ

【図1】



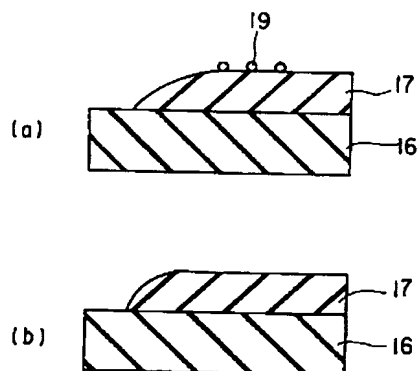
【図2】



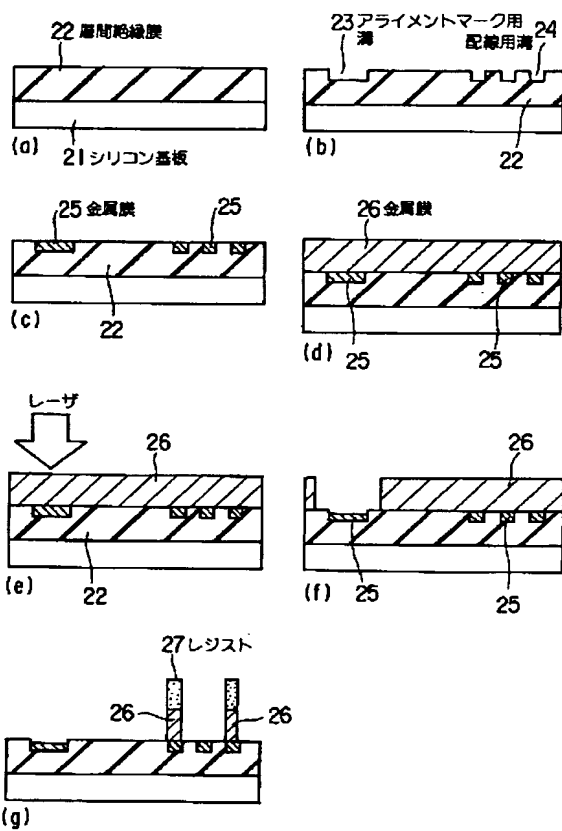
【図3】

レーザ	NdYAG	KrFエキシマ	チタンサファイア
パルス幅	5~10nsec.	10~20nsec.	0.1~1psec.
波長	1064nm 532nm 266nm	248nm	1560nm 780nm

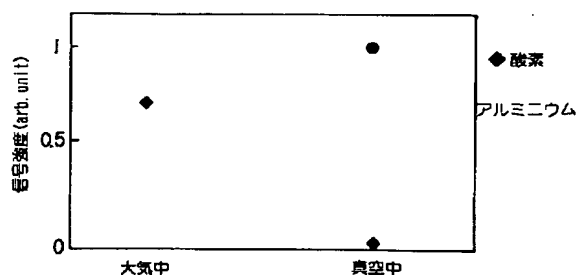
【図4】



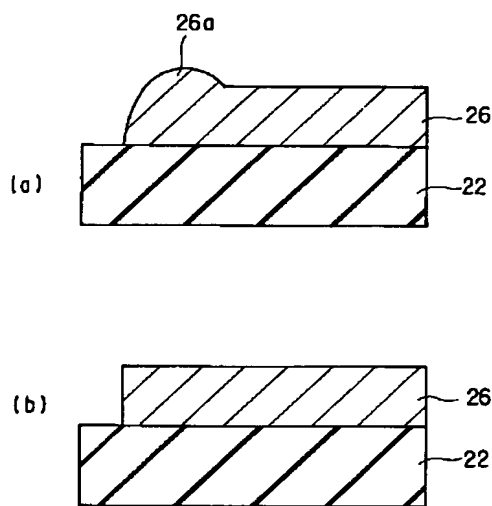
【図5】



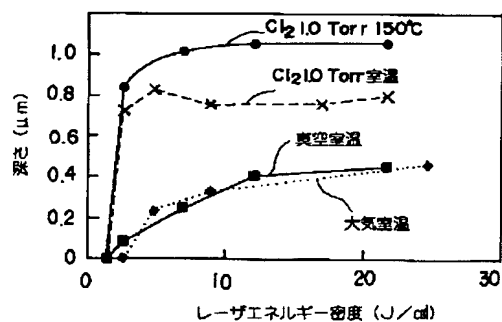
【図8】



【図6】

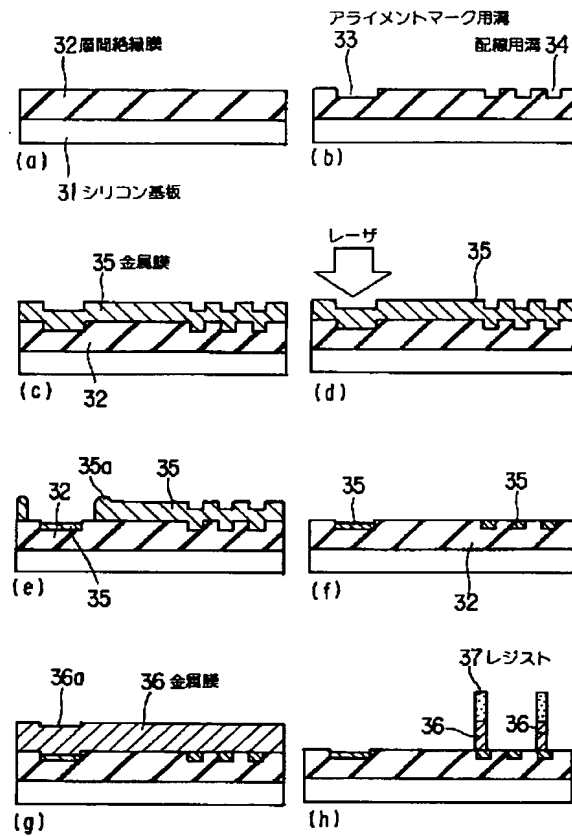


【図9】





【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 東 司  
神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株  
式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 早坂 伸夫  
神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株  
式会社東芝横浜事業所内

Fターム(参考) 5F046 EA12 EA18 EB01 FC10 PA11